

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   3 月 2 4 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 8 0 2 4 6  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 3 - 0 8 0 2 4 6 ]

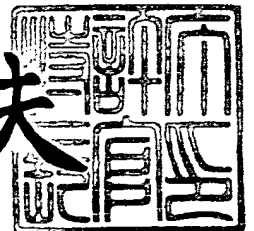
出   願   人            ローランド株式会社  
Applicant(s):

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 3 年   9 月   8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 2051

【提出日】 平成15年 3月24日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G10H 1/12

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市北区堂島浜 1 丁目 4 番地 1 6 号  
                        ローランド株式会社内

    【氏名】 菊本 忠男

【特許出願人】

    【識別番号】 000116068

    【氏名又は名称】 ローランド株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100103045

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 兼子 直久

    【電話番号】 0532-52-1131

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 043409

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 0213488

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ボコード装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の楽音信号のフォルマント特性を検出する第 1 フィルタ手段と、

入力された音高情報に対応する第 2 の楽音信号を発生する楽音信号発生手段と

、  
その楽音信号発生手段が発生する第 2 の楽音信号を複数の周波数帯域に分割するそれぞれの中心周波数が固定された第 2 フィルタ手段と、

前記第 1 フィルタ手段で検出されるフォルマント特性を変更するフォルマント制御情報とに基づいて、前記第 2 フィルタ手段で分割される各周波数帯域に対応する変調レベルを設定する設定手段と、

その設定手段で設定された変調レベルに基づいて、前記第 2 フィルタ手段で分割される各周波数帯域の信号のレベルを変調する変調手段とを備えていることを特徴とするボコード装置。

【請求項 2】 前記設定手段は、前記第 1 フィルタ手段で検出される各周波数帯域のレベルと、フォルマントを変更するフォルマント制御情報とに基づいて前記第 2 フィルタ手段で分割される各周波数帯域に対応する変調レベルを、補間処理によって設定することを特徴とする請求項 1 に記載のボコード装置。

【請求項 3】 前記設定手段は、音程情報とフォルマントを変更するフォルマント情報とに基づいて、前記第 2 フィルタ手段で分割される各周波数帯域に対応する変調レベルを設定することを特徴とする請求項 1 に記載のボコード装置。

【請求項 4】 前記設定手段は、フォルマントを非一様に変更するフォルマント変更テーブルを記憶し、その変更テーブルに基づいて、前記第 2 フィルタ手段で分割される各周波数帯域に対応する変調レベルを設定することを特徴とする請求項 1 に記載のボコード装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ボコード装置関にし、特に、軽い計算

負荷で出力音の演奏表現を向上させることができるボコーダ装置に関するものである。

#### 【0002】

【従来の技術】 従来より、入力される音声信号のフォルマント特性を検出し、その音声信号のフォルマント特性を鍵盤等の演奏操作により発生される楽音信号に施すことにより楽音信号が音声信号で変調され、特有の楽音を出力させるボコーダ装置が知られている。

#### 【0003】

このボコーダ装置は、入力される音声信号を分析フィルタバンクで複数の周波数帯域に分割し、その分析フィルタバンクの出力から音声信号のフォルマント特性を表す各周波数のレベルを検出する。一方、鍵盤等の演奏により発生された楽音信号は合成フィルタバンクで複数の周波数帯域に分割する。そして、合成フィルタバンクの出力を対応するエンベロープ曲線で振幅変調することで、出力音に上述したような効果が付与される。

#### 【0004】

しかし、従来のボコーダ装置では、分析フィルタバンクと合成フィルタバンクの対応する各フィルタの特性（中心周波数、帯域幅）は同等に設定されていたので、出力音には音声信号のフォルマント特性がそのまま反映され、入力された音声のフォルマントを変更して合成フィルタの出力を変調することはできなかった。即ち、従来のボコーダ装置では、出力音に性別、年齢、歌唱方法、特殊効果、音程、強弱等による音の変化を付与することができず、出力音の演奏表現に乏しいという問題があった。

#### 【0005】

この問題を解決する方法として、合成フィルタバンクを構成する各フィルタの中心周波数を、分析フィルタバンクを構成する各フィルタの中心周波数に対して変化させる方法がある。この方法によれば、音声信号のフォルマント特性を周波数軸上でシフトなどして変化させることができ、出力音の演奏表現を向上させることができる。例えば、音声信号を分析フィルタバンクで複数の周波数帯域に分割し、所定時刻  $t$  において図 7 (a) に示すような低域側が豊かなフォルマント

曲線が検出されたとする。この場合、合成フィルタバンクを構成する各フィルタの中心周波数を、対応する分析フィルタバンクを構成する各フィルタの中心周波数よりも一定の比率で高くなるように変化させると、図7（a）に対応する出力音のフォルマント特性は図7（b）に示すように、周波数軸上で高周波側に引き伸ばされるように変化する。よって、低域側が豊かな男性の声のフォルマント特性を高域側にシフトして女性あるいは子供の声のフォルマントに変化させることができる。

#### 【0006】

一方、上述したのとは逆に分析フィルタバンクからの出力から生成されるフォルマント曲線が図9（a）に示すように高域側が豊かな場合、合成側の各フィルタの中心周波数を、対応する分析側の各フィルタの中心周波数よりも一定の比率で低くなるように変化させると、図9（a）に対応する出力音のフォルマント特性は図9（b）に示すように、周波数軸上で低周波側に引き伸ばされるように変化する。よって、高域側が豊かなフォルマント特性を有する女性の音声のフォルマントを低域側にシフトして男性の声のフォルマントに変化させることができる。

#### 【0007】

このように合成フィルタバンクを構成する各フィルタの中心周波数を、対応する分析フィルタバンクを構成する各フィルタの中心周波数に対して変化させれば、音声信号のフォルマント特性を変更して出力音に反映されることができ、出力音の演奏表現を向上させることができる。尚、特開2001-154674号公報には、この方法に関連し、合成フィルタバンクの周波数帯域特性（中心周波数）を適宜変化させるべく、合成フィルタバンクの周波数帯域特性を決定するためのパラメータを設定するパラメータ設定手段を備えたボコーダ装置が開示されている。

#### 【0008】

【特許文献1】 特開2001-154674号公報（第3列第49行目から第4列第18行目、図1等）

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、出力音の演奏表現を向上させるために上述した方法を採用する場合には、合成フィルタバンクを構成する各フィルタのフィルタ係数を変化させなければならず、これをデジタルフィルタで行う場合にはその計算を担う演算装置の計算負荷が大きくなってしまいうという問題点がある。更に、合成フィルタバンクは実際に出力音を発生させる側なのでノイズの発生を防止するために、そのフィルタ係数をサンプル毎に変化させて計算する必要がある、演算装置の計算負荷が一層大きくなってしまいうという問題点がある。

#### 【0 0 1 0】

また、フォルマント特性の変更を演奏中に行うとき上述した方法を採用する場合には、合成フィルタバンクを構成する各フィルタのフィルタ係数を個別的に且つ連続的に変化させる必要がある。よって、演算装置の計算が複雑になり計算負荷が大きくなってしまいうという問題点がある。

#### 【0 0 1 1】

本発明は、これらの問題点を解消すべくなされたものであって、軽い計算負荷で出力音の演奏表現を向上させることができるボコーダ装置を提供することを目的とする。

#### 【0 0 1 2】

【課題を解決するための手段】 この目的を達成するために請求項 1 記載のボコーダ装置は、第 1 の楽音信号のフォルマント特性を検出する第 1 フィルタ手段と、入力された音高情報に対応する第 2 の楽音信号を発生する楽音信号発生手段と、その楽音信号発生手段が発生する第 2 の楽音信号を複数の周波数帯域に分割するそれぞれの中心周波数が固定された第 2 フィルタ手段と、前記第 1 フィルタ手段で検出されるフォルマント特性を変更するフォルマント制御情報とに基づいて、前記第 2 フィルタ手段で分割される各周波数帯域に対応する変調レベルを設定する設定手段と、その設定手段で設定された変調レベルに基づいて、前記第 2 フィルタ手段で分割される各周波数帯域の信号のレベルを変調する変調手段とを備えている。

#### 【0 0 1 3】

この請求項 1 記載のボコーダ装置によれば、第 1 の楽音信号は第 1 フィルタ手段によってフォルマント特性が検出される。一方、第 2 の楽音信号は、入力された音高情報に対応するように楽音信号発生手段から発生し、第 2 フィルタ手段によって複数の周波数帯域に分割される。設定手段は、第 1 フィルタ手段で検出されるフォルマント特性を変更するフォルマント情報に基づいて、第 2 フィルタ手段で分割される各周波数帯域に対応する変調レベルを設定する。そして、第 2 フィルタ手段で分割される各周波数帯域に対応するレベルは、その設定された変調レベルに基づき、変調手段によって変調される。

#### 【0 0 1 4】

請求項 2 に記載のボコーダ装置は、請求項 1 に記載のボコーダ装置において、前記設定手段は、前記第 1 フィルタ手段で検出される各周波数帯域のレベルと、フォルマントを変更するフォルマント情報とに基づいて、前記第 2 フィルタ手段で分割される各周波数帯域に対応する変調レベルを補間処理によって設定する。

#### 【0 0 1 5】

請求項 3 に記載のボコーダ装置は、請求項 1 に記載のボコーダ装置において、前記設定手段は、音程情報とフォルマントを変更するフォルマント情報とに基づいて、前記第 2 フィルタ手段で分割される各周波数帯域に対応する変調レベルを設定する。

#### 【0 0 1 6】

請求項 4 に記載のボコーダ装置は、請求項 1 に記載のボコーダ装置において、前記設定手段は、フォルマントを非一様に変更するフォルマント変更テーブルを記憶し、その変更テーブルに基づいて、前記第 2 フィルタ手段で分割される各周波数帯域に対応する変調レベルを設定する。

#### 【0 0 1 7】

【発明の効果】 本発明のボコーダ装置によれば、第 1 フィルタ手段と第 2 フィルタ手段とを構成する各フィルタの特性は同等に固定したままで、第 2 フィルタ手段で分割される各周波数帯域のレベルを変調する変調レベルは、設定手段により第 1 フィルタ手段で検出される対応する各周波数帯域のレベルと、フォルマントを変更するフォルマント情報とに基づいて設定される。よって、従来のよう

に第2フィルタ手段を構成する各フィルタの中心周波数や帯域幅を変化させるべく、サンプル毎に各フィルタのフィルタ計数を計算し変化させる必要はなく、軽い計算負荷で出力音の演奏表現を向上させることができるという効果がある。

#### 【0018】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の好ましい実施例について、添付図面を参照して説明する。図1は、本発明の実施例におけるボコーダ装置1の電氣的構成を示すブロック図である。

#### 【0019】

ボコーダ装置1には、MPU2と、楽音の発生を指示する鍵盤3と、音色選択やフォルマントの変更を指示する操作子や出力レベルボリューム等を含む操作子4と、DSP6とがバスラインを介して接続されている。

#### 【0020】

MPU2は、本装置1の全体を制御する中央演算装置であり、MPU2で実行される各種の制御プログラムを記憶したROMや、そのROMに記憶された各種の制御プログラムを実行するに当たり、各種のデータを一時的に記憶するRAM等が内蔵されている。

#### 【0021】

DSP6は、デジタル変換された音声信号の帯域毎のレベルを求めることによりフォルマントを検出する。操作子4により指定されるフォルマントの変更情報に基づいて入力音声信号のフォルマントを変更し合成側の各周波数帯域に対応するレベルを求める。一方、鍵盤3の指示により、波形メモリ7から所定の波形を読み出し、その波形も同様に各帯域毎に分け、この各帯域ごとに変更後のフォルマント情報に基づいてレベルを変更し、各帯域の出力を合成してA/D変換機9へ出力する。なお、これらの処理プログラムやアルゴリズムは、DSP6に内蔵されているROMに記憶されている。必要に応じてMPU2がDSP6のRAMへ転送してもよい。

#### 【0022】

これらのプログラムが、後述する分析フィルタバンク10、エンベロープ検出補間器11、合成フィルタバンク13において実行される音声信号の分析処理、



エンベロープの補間生成処理、変調処理等を実行するプログラムである。また、このDSP 6には、入力される音声信号をデジタル信号に変換するA/Dコンバータ8と、変調された楽音信号をアナログ信号に変換するD/Aコンバータ9とが接続されている。

#### 【0023】

次に、図2乃至図10を参照して、DSP 6において実行される処理について詳細に説明する。図2は、処理の概略をブロック図として表わしたものである。分析フィルタバンク10は、入力された音声信号を複数の周波数帯域に分割し、各周波数帯域のレベルを検出するものである。分析フィルタバンク10は周波数帯域の異なる複数のバンドパスフィルタで構成されている。周波数領域の聴覚特性は対数近似されるので、対数軸上で等間隔になるよう各周波数帯が設定されている。分析フィルタバンク10を構成する各バンドパスフィルタは、周知であり例えば図5に示すように複数の1サンプル遅延器15と、それぞれ異なる係数を有する複数の乗算器16と、複数の加算器17とによって構成される。各周波数帯域に分割された音声信号は、公知の技術である波形のピーク値あるいは実効値を得ることにより各周波数に対応するレベルが求められる。

#### 【0024】

エンベロープ検出補間器11は、分析フィルタバンク10で検出された各周波数帯域のレベルからある時刻における音声信号の周波数軸上のフォルマント曲線を検出すると共に、このフォルマント曲線を変更するフォルマント変更情報および音程情報に基づいて新たなフォルマントを生成するものである。ここで、フォルマントを変更するフォルマント変更情報とは、図10(b)(c)に示すような変更表であったり、フォルマントを周波数が高い方、あるいは低い方へシフトする量を設定する情報であり、演奏者が任意に選択あるいは設定できるものである。

#### 【0025】

例えば、入力される音声が男性の声の場合には、これを女性の声のフォルマントへ変更するようなプリセットや、逆に入力される音声が女性の声の場合には、これを男性の声のフォルマントへ変更するようなプリセットなどの変更表を予め

複数用意し、その中から選択するようにしてもよい。また、ここでいう音程情報は、波形発生器 12 が発生する波形の音程であり、この音程に基づいて生成するフォルマント曲線をシフトしたり、音程に基づいて変更表をシフトして変更する。この音程は、図 1 では、鍵盤 3 により指定される音高に対応する。波形発生器 12 は、この音程に対応した楽音を発生するもので、波形メモリに記憶した波形を読み出し、所定の処理を行った後、合成フィルタバンク 13 へ出力する。

#### 【0026】

合成フィルタバンク 13 は、入力された楽音信号を複数の周波数帯域に分割すると共に、エンベロープ検出補間器 11 で生成される新たなフォルマント情報に基づいて、各周波数帯域に分割された出力を振幅変調するものである。合成フィルタバンク 13 は周波数帯域の異なる複数のフィルタで構成されており、その各フィルタの特性は、分析フィルタバンク 10 の各フィルタの特性と同等に固定されている。

#### 【0027】

ミキサ 14 は、合成フィルタバンク 13 の各フィルタからの出力を合成する加算器である。ミキサ 14 で合成フィルタバンク 13 の各フィルタからの出力が合成され、所望するフォルマント特性を有する楽音信号が生成される。尚、このミキサ 14 で合成された信号は、D/A コンバータ 9 でアナログ変換され、スピーカ等の出力装置から出力される。

#### 【0028】

図 3 は、鍵盤 3 において複数の押鍵がなされ、それぞれの押鍵に対応する楽音が生じられ、異なる変調が行われる場合のブロック図である。各ブロックは、図 2 の対応する各ブロックと同じ番号が付されている。入力された音声信号は、分析フィルタバンク 10 に入力され、各周波数のレベルが検出される。ここまでの処理は、図 2 と同じである。エンベロープ検出補間器 11 は複数用意され、それぞれに鍵盤 3 で指定される複数の音程情報が入力される。それぞれの音程情報に従って、分析フィルタバンク 10 で得られたフォルマントを新たなフォルマント情報に変更する。波形発生器 12 は、各押鍵情報にしたがって、それぞれの音程に対応する楽音を生成し、合成フィルタバンク 13 へ出力する。合成フィルタバ

ンク 13 では、入力された楽音信号を各周波数帯域帯に分割し、対応する音程により新たに生成されたフォルマント情報にしたがって、振幅変調を行いミキサ 14 へ出力する。

#### 【0029】

図 4 は、図 2 および図 3 の各ブロックおよび波形の概略を表わした図である。分析フィルタバンク 10 を構成する各フィルタ (0-n) の周波数軸上の特性図と、フィルタを通過した音声信号の一例とを図示している。図 4 のエンベロープ検出補間器 11 の内部には、変更前の時間軸エンベロープ曲線と、変更後のエンベロープ曲線とを図示している。

#### 【0030】

合成フィルタバンク 13 は、入力された楽音信号を複数 (0-n、ここでは分析フィルタバンク 10 と合成フィルタバンク 13 のフィルタの個数は同数とし、各周波数帯 (中心周波数および帯域幅) も同じとするが、それぞれ異なるようにしてもよい) の周波数帯域に分割すると共に、エンベロープ検出補間器 11 で生成される新たなエンベロープ曲線に基づいて、各周波数帯域に分割された出力を振幅変調するものである。合成フィルタバンク 13 は周波数帯域の異なる複数のフィルタで構成されており、その各フィルタの特性は、分析フィルタバンク 10 の各フィルタの特性と同等に固定されている。また、各フィルタには、エンベロープ検出補間器 11 で生成される新たなエンベロープ曲線に基づいて、対応する各フィルタの出力を振幅変調する振幅変調器 13a が備えられている。

#### 【0031】

ミキサ 14 は、合成フィルタバンク 13 の各フィルタからの出力を合成する加算器である。ミキサ 14 で合成フィルタバンク 13 の各フィルタからの出力が合成され、所望するフォルマント特性を有する楽音信号が生成される。

#### 【0032】

図 6 は、所定時刻  $t$  における分析側の各フィルタの振幅値を包絡して生成されるフォルマント曲線を太い実線で 3 次元的に示す図である。横軸が時間を、斜め右上に方向が周波数軸をそれぞれ表わし、周波数 (バンド) 毎の振幅エンベロープが細線により表わされている。

## 【0033】

図7 (a) は所定時刻  $t$  における各フィルタのレベルを包絡して生成されるフォルマント曲線を2次元的に示す図であり、各周波数  $f_1$ 、 $f_2 \dots$  のレベルがそれぞれ  $a_1$ 、 $a_2$ 、 $\dots$  である。(b) は (a) に示すフォルマント曲線を音程情報とフォルマント制御情報に基づいて変更した新たなフォルマント曲線を示し、従来の方法で振幅変調を行う場合の周波数とレベルの関係を実線で、本発明で実施する方法を破線で示す図である。すなわち、従来の方法では、各周波数で得られたレベル値  $a_1$ 、 $a_2$  は、そのまま、合成フィルタバンク13の各周波数を、 $f_1$  から  $f_1'$ 、 $f_2$  から  $f_2'$  (以下同様) へ変更する。これに対し本発明は、合成フィルタバンク13の各フィルタの中心周波数は固定し、変更された新たなフォルマント曲線の、それらの周波数に対応するレベルを求めている。(c) は、所定の周波数におけるレベルを補間により求めるために用いる  $\text{Sinc}$  関数を表わしている。この関数は、理想低域FIRフィルタのインパルス応答 ( $\text{Sinc } X$ ) /  $X$  に適当な窓をかけて短くしたものである。この図では、 $f_5$  に対応するレベル  $a_5'$  を求めるため、 $\text{Sinc}$  関数の中央を  $f_5$  に一致させている状態を表わす。(d) はこの方法により (b) と同じ変化をしたフォルマント曲線であって、各周波数  $f_1$ 、 $f_2 \dots$  のレベル  $a_1'$ 、 $a_2'$   $\dots$  を求めた図である。

## 【0034】

次に、上記の構成により行われる処理の具体例を説明する。第1の動作例として、音声信号のフォルマント特性を対数周波数軸上で線形に伸縮する場合について説明する。デジタル変換された音声信号が分析フィルタバンク10に入力されると、音声信号は分析フィルタバンク10の各フィルタで複数の周波数帯域に分割され、各周波数帯域のレベル (図6、図7 (a) の実線矢印) が検出される。

## 【0035】

エンベロープ検出補間器11は、この各周波数帯域のレベルを包絡し、図6、図7 (a) に示すようなフォルマント曲線を生成すると共に、音程情報とフォルマントを変更するフォルマント情報とに基づいて、新たなフォルマント情報を生成し、そのフォルマント情報にしたがって合成フィルタバンクの各周波数に対応する変調レベルを補間処理によって設定し、図7 (d) に示す新たなフォルマン

ト曲線を生成する。

### 【0036】

この補間処理として最も簡単なのは求める標本値の前後の値の直線（一次）補間方式である。しかし、この直線補間方式では各バンド分割を節約すると誤差が大きくなるため、望ましい補間方式は時系列標本信号の補間に利用される  $\text{Sinc}$  関数による多項式演算方式である。尚、この方式の場合、原理的には各バンドのフィルタも  $\text{Sinc}$  関数が望ましいが、フォルマント生成には、それ程厳格な特性を必要としない。

### 【0037】

ここで、この補間は、時間軸上ではなく周波数軸上での処理であるのというまでもない。図7（c）に示すインパルス応答に標本値をかけて重畳したものが標本値の間を補間したことになる。

### 【0038】

#### 【数1】

$$I_i = Y_i \sin \{ \pi (X - i) \} / \pi (X - i)$$

ここで、 $I_i$  は標本値  $Y_i$  による応答値、 $Y_i$  は求める補間点から  $i$  だけずれた標本値を示している。重畳した値は、

### 【0039】

#### 【数2】

$$Y = \sum_{i=-\infty}^{+\infty} Y_i \sin \{ \pi (X - i) \} / \pi (X - i)$$

となるものの、インパルス応答の長さは窓で制限され、 $i$  は有限であるので計算量は少なくてすむ。

### 【0040】

例えば、図7（a）の左から5番目のレベル（実線矢印）から、図7（c）のインパルス応答を利用して、図7（b）における左から5番目のレベル（点線矢印）に対応する図7（d）の左から5番目のレベル（太線実線矢印）を求める場合に着目する。図7（c）に示すインパルス応答の範囲には、求める目的の補間

値（図 7（d）の太線実線矢印  $a_{5'}$ ）を中心として 6 つの標本値が含まれているのが見える。これらの標本値をインパルス応答の中心からずれた対応する値と各々積和すれば目的の補間値を求めることができる。同様にして、他の標本値  $a_{1'}$  -  $a_{10'}$  を求めることにより時刻  $t$  における新たなフォルマント曲線、図 7（d）を求めることができる。

#### 【0041】

このようにして、エンベロープ検出補間器 11 で新たなフォルマント曲線が生成されると、この新たなフォルマント曲線に基づいて振幅エンベロープ曲線が生成され、合成フィルタバンク 13 で帯域分割された対応する楽音信号の出力が振幅変調器 13a によって振幅変調される。よって、出力音のフォルマント特性は、低周波側が豊かなフォルマント特性から高周波側が豊かなフォルマント特性に変化する。従来のように合成フィルタバンク 13 を構成する各フィルタの中心周波数を変更するため多数の係数を変化させる必要がなく、単に振幅を変調するだけでよいので、その計算を担う DSP 6 の計算負荷を軽減することができる。

#### 【0042】

更に、上述した方法によれば、楽音信号を変調するための変調レベルを生成するタイミングは、出力音を出力する合成フィルタバンク 13 ではないため、サンプル毎に行う必要はなく、比較的緩慢な信号でよいこととなる。よって、変調レベルを生成するタイミングは数ミリ秒周期で良く、その周期間の値は図 8 に示すように簡単な線形（直線補間）または積分による補間で求められる。例えば、サンプリング周波数が 32 kHz のとき、合成フィルタバンク 13 で、時々刻々と中心周波数や帯域幅を変化する処理をするならば、サンプリング間隔である 31 マイクロ秒毎に処理が必要であるが、本発明によれば、数ミリ秒毎の簡単な直線補間で良い。よって、一層その計算を担う DSP 6 の計算負荷を軽くすることができる。

#### 【0043】

図 9 は、図 7（a）、（b）、（d）に相当するフォルマント曲線を図 9（a）、（b）、（c）のそれぞれに図示したものであり、ここでは、元のフォルマントを低域側にシフトしている。

**【0044】**

次に、第2の動作例を図10を参照して説明する。第1の動作例では、音声信号のフォルマントを対数周波数軸上で線形に伸縮する場合について説明したが、第2動作例では、音声信号のフォルマントを対数周波数軸上で非線形に伸縮する場合について説明する。図10(a)から(c)は、入力した音声信号から検出されるフォルマントを、そのフォルマントを変更するフォルマント情報としての左側の表によって変更し、右側に示すようなフォルマントを表すエンベロープ曲線に変更する様子を示す図である。

**【0045】**

男性の声を女性や子供の声に変更する場合のように性別や年齢によるフォルマントの変化は、概ね対数周波数軸上で一様に伸縮しているものの、厳密には女性と子供とは、咽喉、口蓋、唇の大きさが違い、また個人差もある。よって、男性の声を対数周波数軸上で線形に伸長しても女性とも子供のそれとも微妙に異なっており、不自然な印象を与える。

**【0046】**

また、フォルマントの特定の山の中心周波数や帯域幅を変化させて特殊効果を出したいこともある。例えば、シンキングフォルマントといって発音ピッチに合わせるために意図的にフォルマントの共振周波数を動かしたい場合がある。このような場合に、フォルマントを単に対数周波数軸上で伸縮するだけでは所望する出力を得ることができないため、フォルマントを対数周波数軸上で非一様に伸縮する必要がある。

**【0047】**

そこで、対数周波数軸のスケールを非一様に歪ませることによって低域、中域、高域の位置を変化させ、フォルマントを対数周波数軸上で伸縮を非一様にする。スケールを歪ませる方法としては、特定の関数によるもの、数値表による方法等がある。本実施例では、図10(a)から(c)の左側に示す表によって音声信号のフォルマントを対数周波数軸上で非一様に変化させる。

**【0048】**

エンベロープ検出補間器11は、分析フィルタバンク10で検出された各周波

数帯域のレベルと、フォルマントを変更するフォルマント情報として図10に示す左側の表とに基づいて、楽音信号のレベルを変調する変調レベルを設定し、エンベロープ検出補間器11で検出される音声信号のフォルマント曲線から、図10の右側に示すような新たなフォルマントを表すフォルマント曲線を生成する。

#### 【0049】

具体的には、図10の左側に示す表には、Y軸方向に入力周波数が規定され、X軸方向に出力周波数が規定されている。エンベロープ検出補間器11で検出される音声信号のフォルマント曲線が、図10(a)の左側に示す表により変換されると、入力された周波数は変化せずに出されるので、新たに生成されるフォルマント曲線は、図10(a)の右側に示すように特に変化されない。

#### 【0050】

一方、エンベロープ検出補間器11で検出される音声信号のフォルマント曲線が、図10(b)の左側に示す表により変換されると、低周波側の入力は高周波側に引き伸ばされ、高周波側の入力は収縮されて出力される。よって、音声信号のフォルマント曲線は、図10(b)の右側に示すように、低域側が引き延ばされ、高域側が縮められるように変化する。これにより、低域側を豊かな音質に表現させることができる。

#### 【0051】

また、エンベロープ検出補間器11で検出される音声信号のフォルマント曲線が、図10(c)の左側に示す表により変換されると、低周波側の入力は収縮され、高周波側の入力は高周波側に引き伸ばされて出力される。よって、音声信号のエンベロープ曲線は、図10(c)の右側に示すように、低域側が縮められ、高域側が引き伸ばされるように変化する。これにより、高域側が豊かな音質に表現させることができる。

#### 【0052】

こうして得られる新たなフォルマント曲線は、合成フィルタバンク13で分割される各周波数帯域に対応するレベルを変調する新たなエンベロープ曲線である。また、ボコーダ装置1をポリフォニックにする場合、上述したように、発音ピッチによってフォルマントを変化させるとすると、各ボイス毎にエンベロープ検



出補間器と合成フィルタバンクと振幅変調器を用意しなければならない。幸いピッチによる変化は穏やかであるのでボイス毎でなく音域、例えば、高、中、低の 3 グループに分けて発音を配分することによって合成フィルタバンク等の数を少なくすることもできる。

#### 【0053】

以上、実施例に基づき本発明を説明したが、本発明は上記実施例に何ら限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で種々の改良変形が可能であることは容易に推察できるものである。例えば、入力される音声のフォルマントを検出する方法として、複数のデジタルバンドパスフィルタを用いたが、これに代えてフーリエ変換 (FFT) により、所定の周波数毎のレベルを検出するようにしてもよい。この場合には、入力された楽音の基本周波数とそれぞれの倍音のレベルを求めることができる。こうして求められた基本波および倍音のレベルに基いて、合成側のバンドパスフィルタで分割されたそれぞれの成分を振幅変調することができる。

#### 【0054】

また、上記実施例では、分析および合成用のバンドパスフィルタの例として、IIR フィルタを上げたが FIR フィルタでもよい。また、各バンドパスフィルタにより分割された各音声信号は、それぞれ帯域が制限されているので、帯域に応じたサンプリング周波数でリサンプルし、演算の時間当たりの回数を減らすようにしてもよい。

#### 【0055】

また、上記実施例では、分析フィルタバンク 10 も複数のバンドパスフィルタで構成し各周波数帯の楽音信号に分割したが、楽音信号をフーリエ変換 (FFT) によりスペクトル波形を得、このスペクトル波形に周波数帯毎の窓をかけて分割し、それぞれを逆フーリエ変換し、各周波数帯域の楽音信号に分割してもよい。

#### 【0056】

また、本実施例のボコーダ装置 1 では、入力した音声信号のフォルマントを変更する所定のフォルマント情報を付与する場合について説明してきた。しかしな

がら、音声信号を入力することなく、予め記憶しておいて、この音声信号のフォルマントを検出し、そのフォルマントに基いてエンベロープ信号を形成し、楽音信号を変調するようにしても良い。また、変調される楽音信号としては、ピアノ等の電子楽器に限定されるものではなく、音声、動物の鳴き声、自然界で発生する音等であっても良い。

#### 【0057】

なお、フォルマントを変更する他の方法としては、分析フィルタバンク10を構成する各フィルタの中心周波数および帯域幅を変化させる方法がある。具体的には、分析フィルタバンク10の中心周波数および帯域幅を合成フィルタバンク13のものよりも一定の比率で小さくし、各分析フィルタで得られたレベルを対応する合成フィルタのレベルとすれば、図7(a)に示すフォルマント特性を有する音声信号から、対数周波数軸上で高周波側に引き伸ばされる図7(b)に示すようなフォルマント曲線が生成される。このようにして得られたエンベロープ曲線で合成フィルタバンク13の出力を変調すれば、出力音のフォルマント特性を高周波側に移動させることができる。よって、相対的に合成フィルタバンク13を構成する各フィルタの中心周波数を変化させたのと同様な効果を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例におけるボコーダ装置の電氣的構成を示すブロック図である。

【図2】 ボコーダ装置の理論的構成を示すブロック図である。

【図3】 ボコーダ装置の理論的構成を示すブロック図である。

【図4】 ボコーダ装置の理論的構成を示す詳細なブロック図である。

【図5】 分析フィルタバンク、合成フィルタバンクを構成するバッドパスフィルタの回路例を示す図である。

【図6】 所定時刻  $t$  における分析側の各フィルタのレベルを包絡して生成されるフォルマント曲線を3次元的に示す図である。

【図7】 (a) は所定時刻  $t$  における各フィルタのレベルを包絡して生成されるフォルマント曲線を2次元的に示す図であり、(b) は(a)に示すフォルマ

ント曲線を変化させて生成されるフォルマント曲線を示す図であり、(c)はSinc関数であり、(d)は(b)と同じ変化をしたフォルマント曲線になるように(a)に示すフォルマント曲線の各々のレベルを示す図である。

【図8】 1つのフィルタの時間軸上で所定の間隔毎のレベルを直線補間したエンベロープ曲線を示す図である。

【図9】 (a)は所定時刻tにおける各フィルタのレベルを包絡して生成されるフォルマント曲線を2次元的に示す図であり、(b)は(a)に示すフォルマント曲線を従来の方法で変化させて生成されるフォルマント曲線を示す図であり、(c)は(b)と同じ変化をしたフォルマント曲線になるように(a)に示すフォルマント曲線の各々のレベルを示す図である。

【図10】 (a)から(c)の各図は、検出される音声信号のフォルマント曲線を、左側の表によって、右側に示すフォルマント曲線に変更する様子を示す図である。

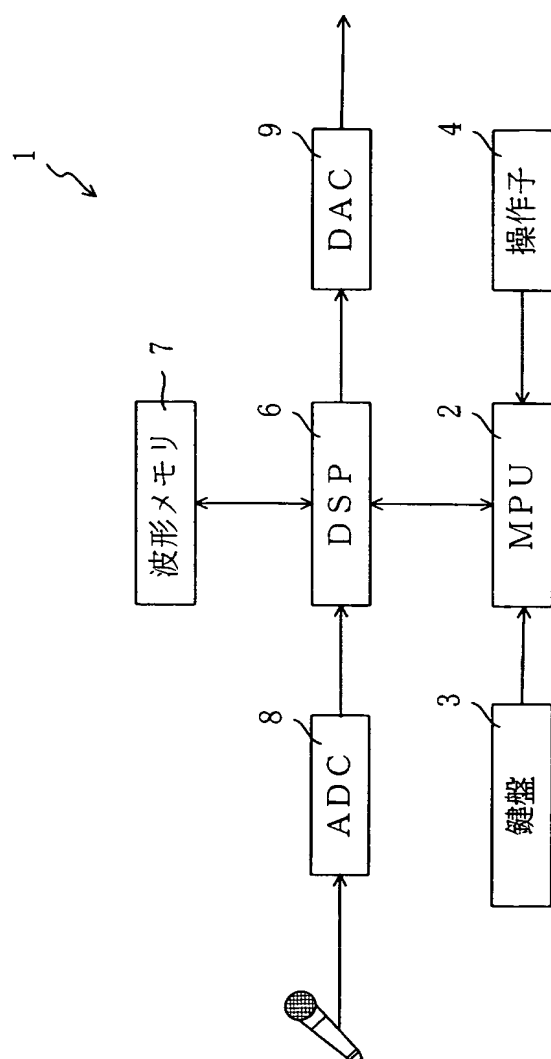
【符号の説明】

- |     |                      |
|-----|----------------------|
| 1   | ボコーダ装置               |
| 2   | M P U                |
| 3   | 鍵盤 (楽音信号発生手段の一部)     |
| 6   | D S P                |
| 10  | 分析フィルタバンク (第1フィルタ手段) |
| 11  | エンベロープ検出補間器 (設定手段)   |
| 13  | 合成フィルタバンク (第2フィルタ手段) |
| 13a | 振幅変調器 (変調手段)         |

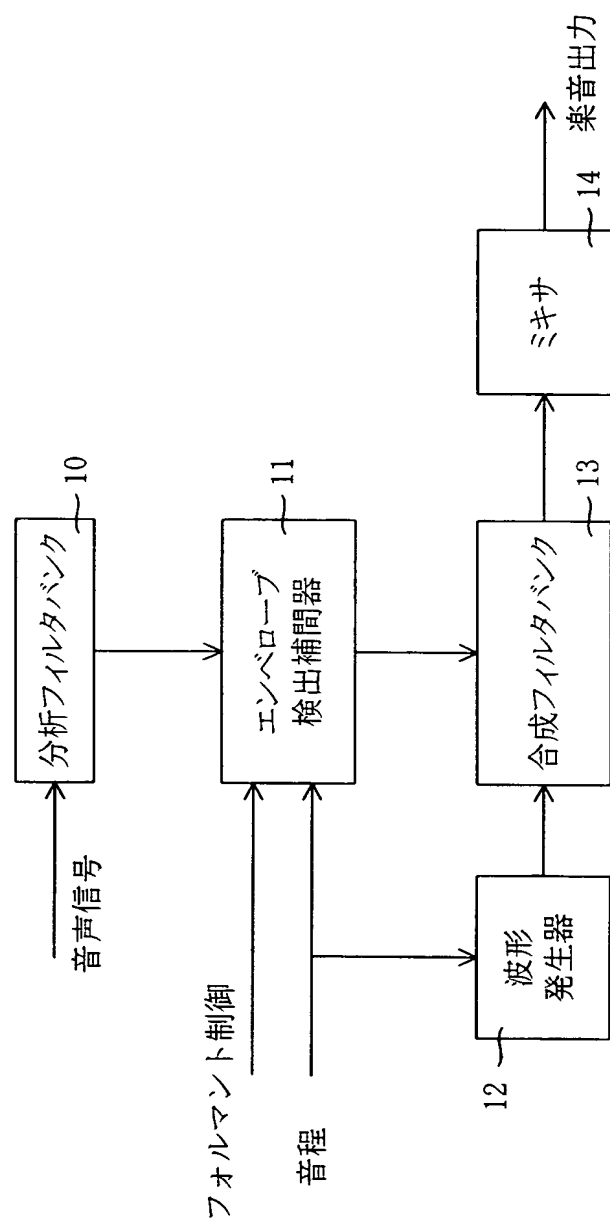
【書類名】

図面

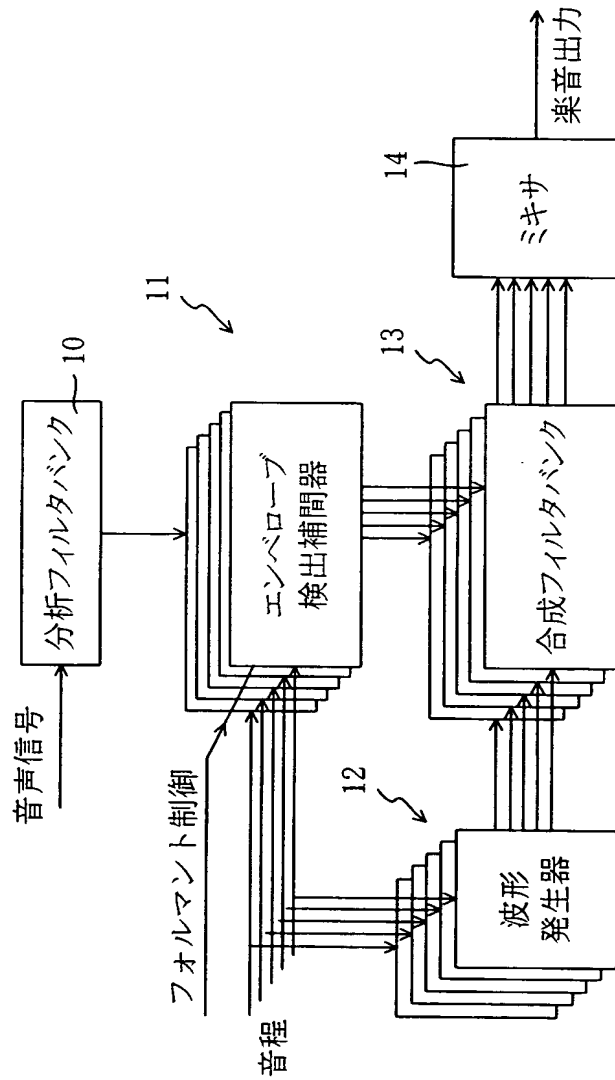
【図 1】



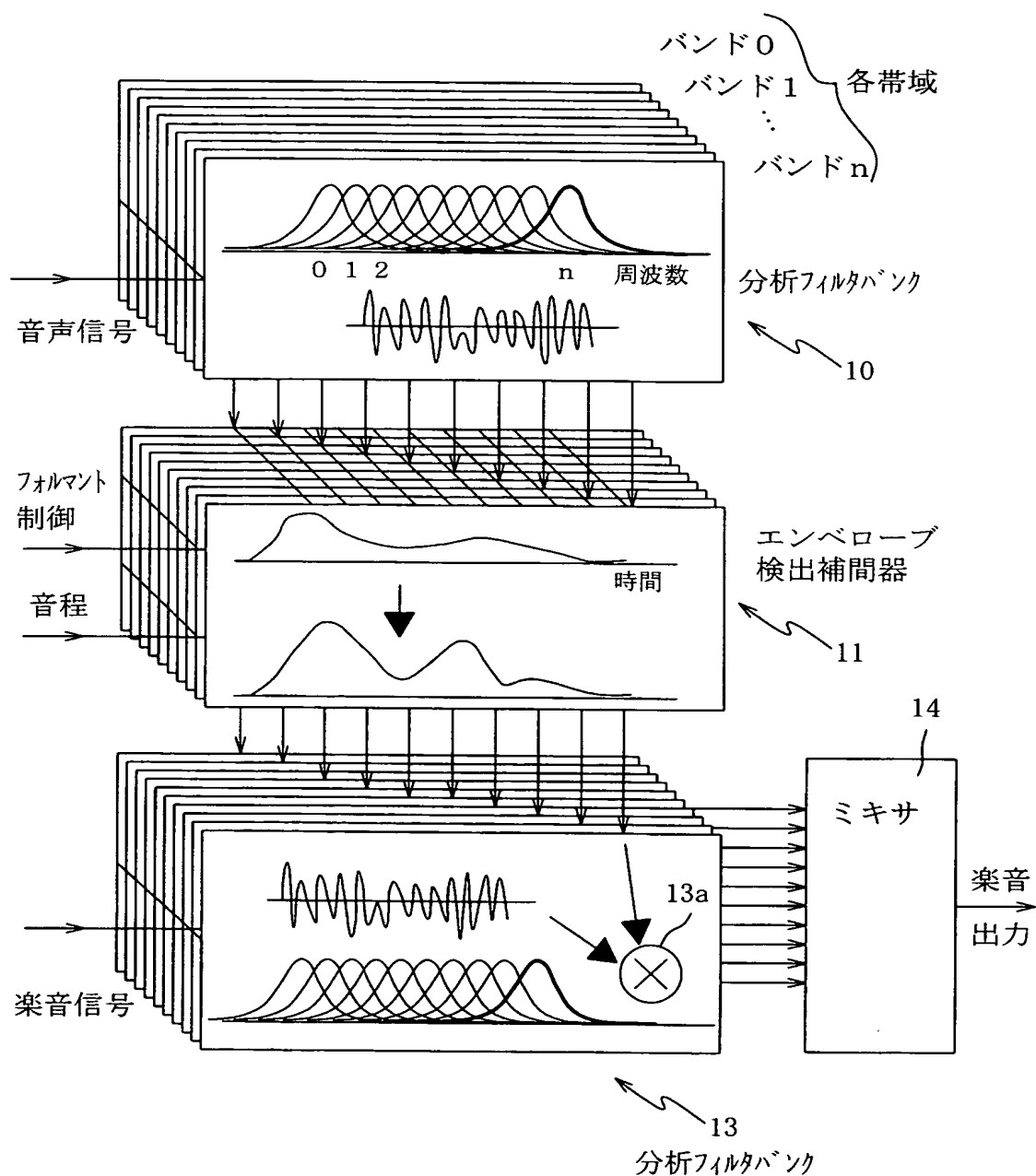
【図 2】



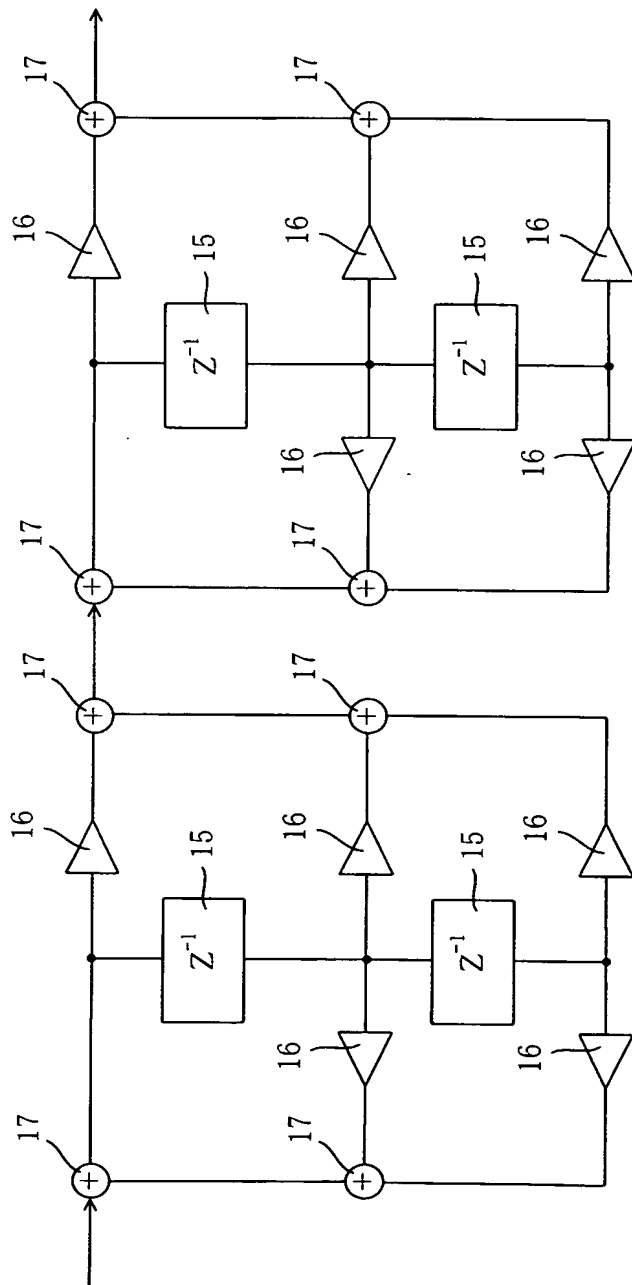
【図 3】



【図4】

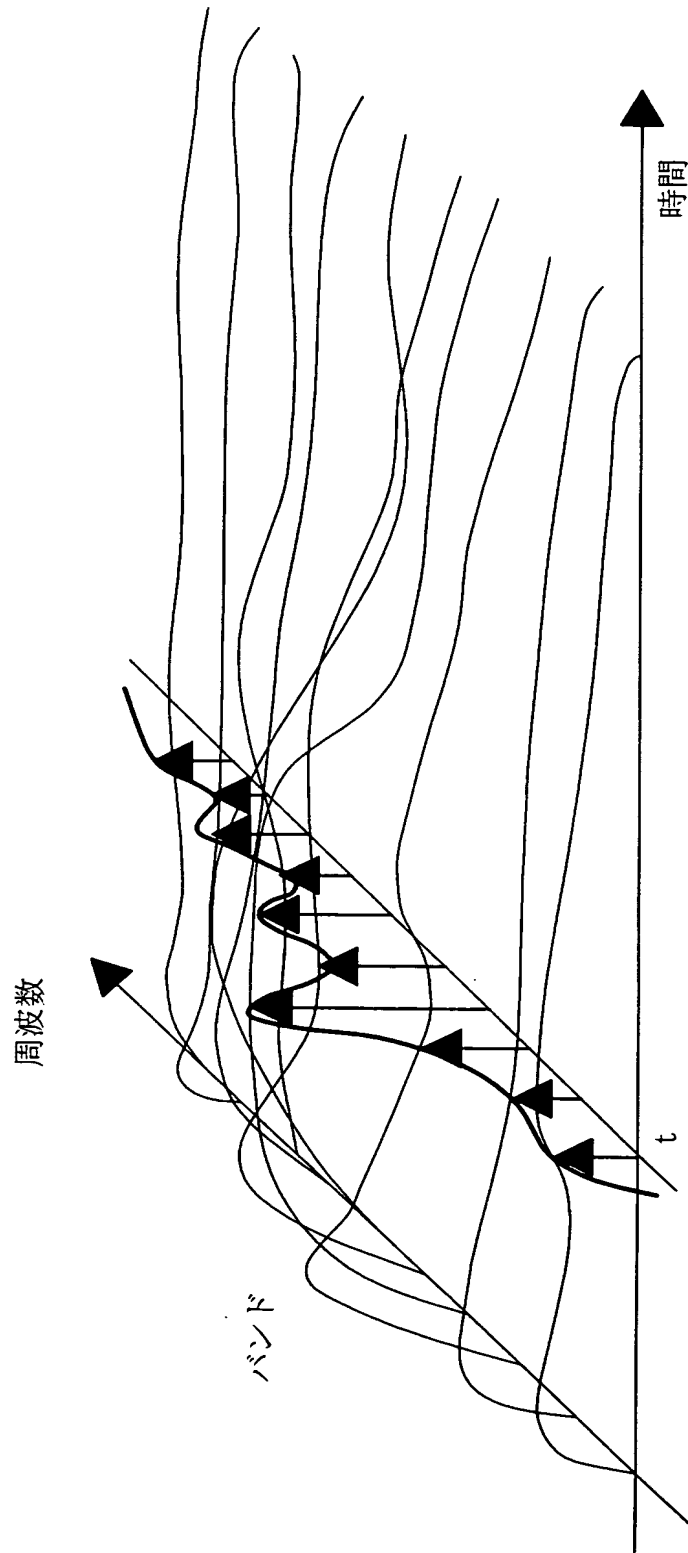


【図 5】

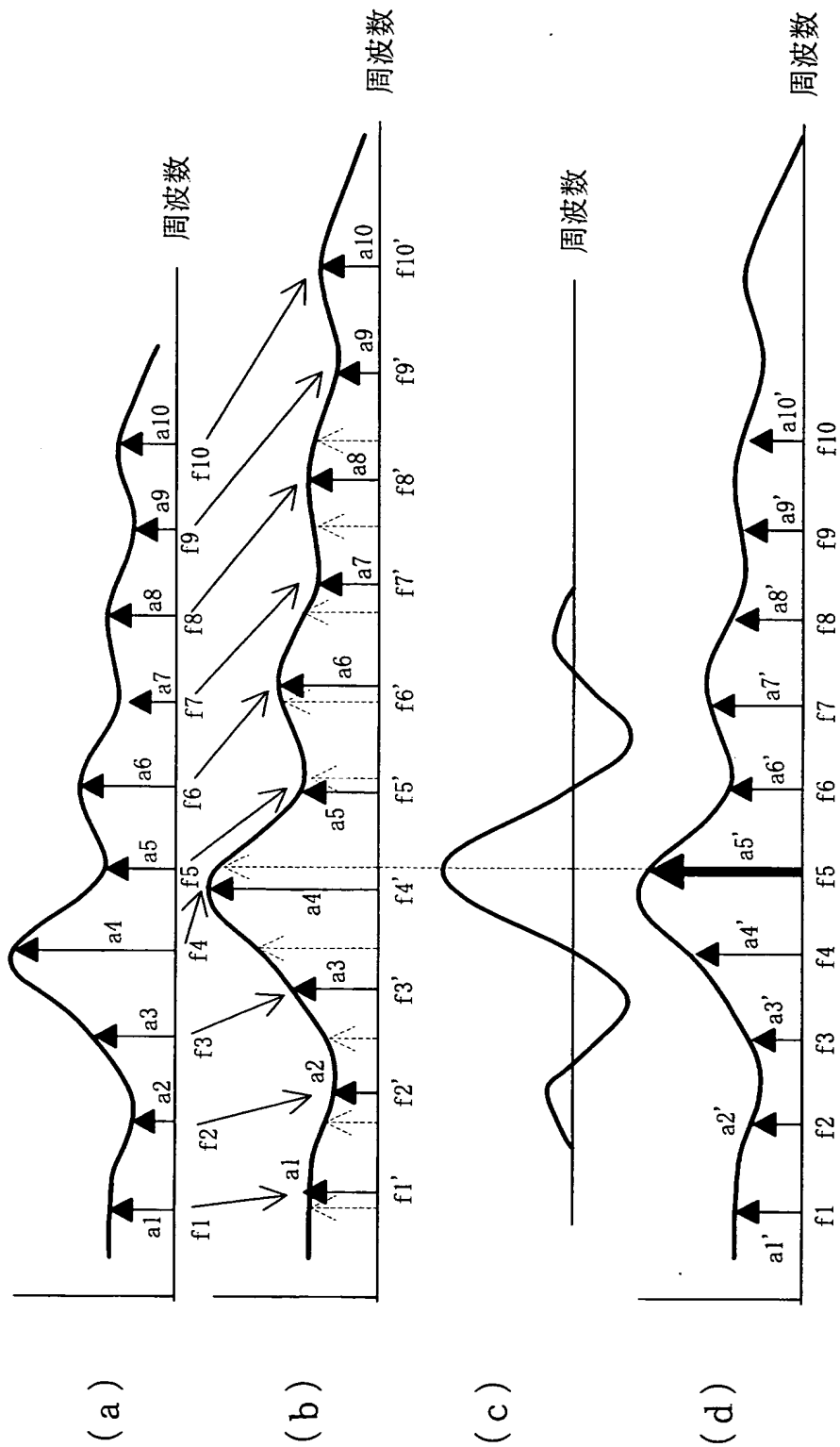




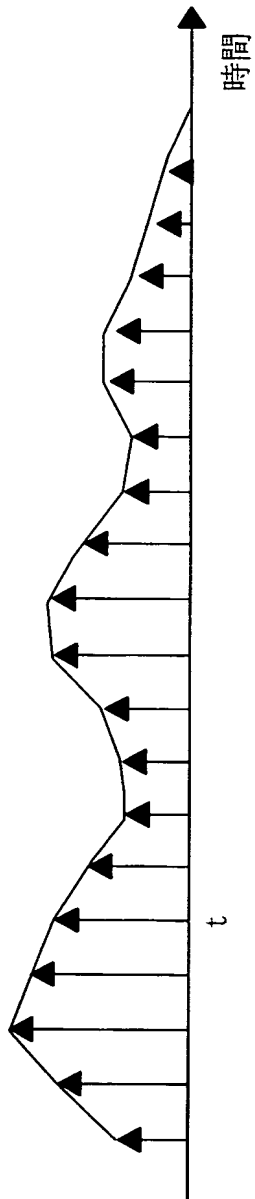
【図 6】



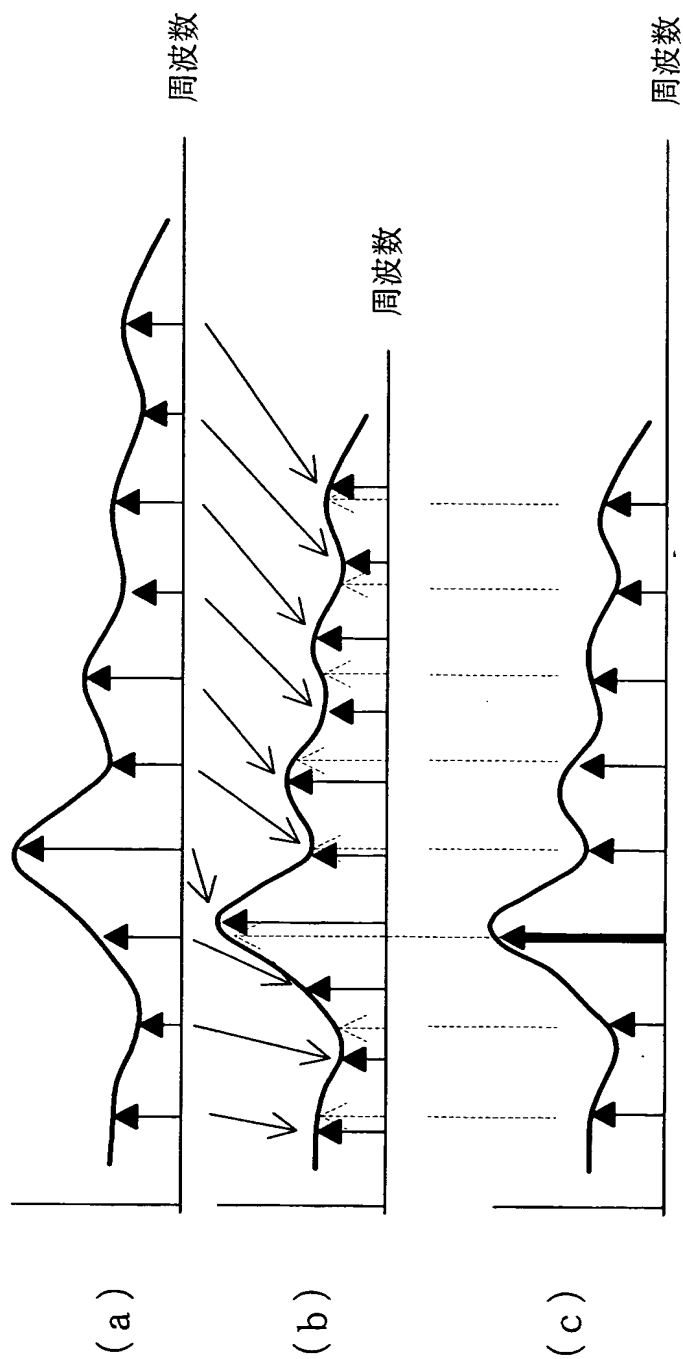
【図 7】



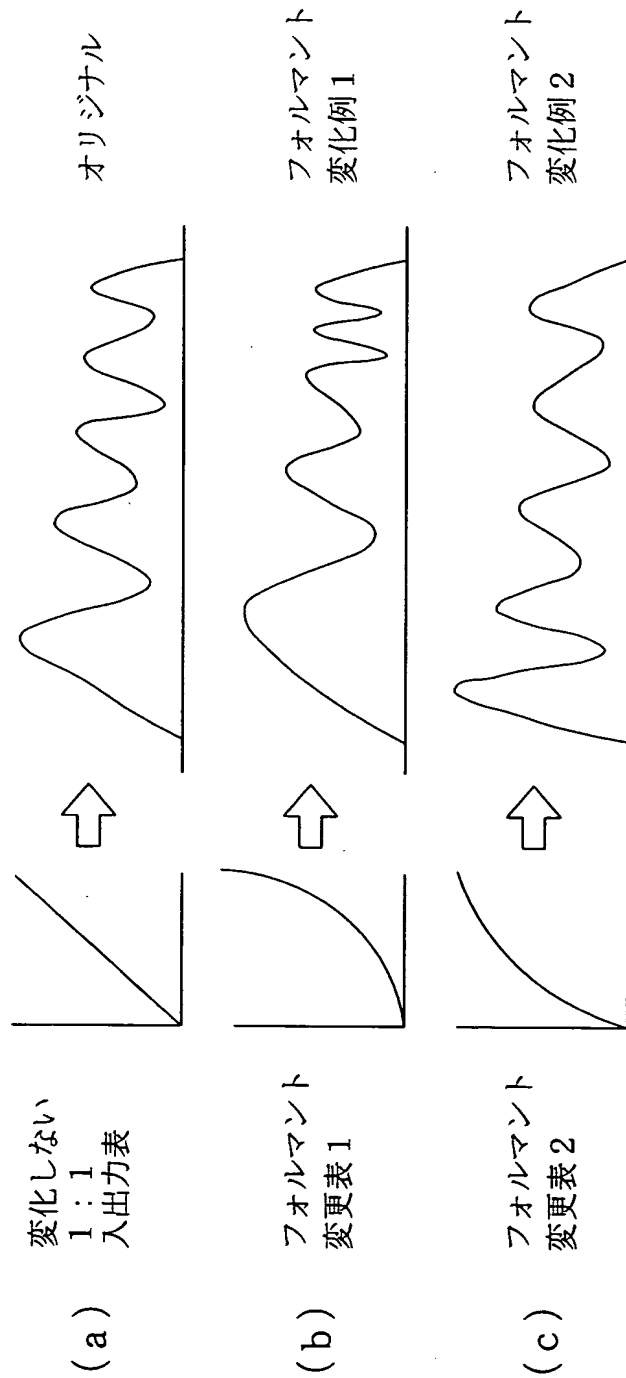
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 軽い計算負荷で出力音の演奏表現を向上させることができるボコーダ装置を提供すること。

【解決手段】 第1フィルタ手段と第2フィルタ手段とを構成する各フィルタの特性は同等に固定したままで、第2フィルタ手段で分割される各周波数帯域のレベルを変調する変調レベルは、設定手段により第1フィルタ手段で検出される対応する各周波数帯域のレベルと、フォルマントを変更するフォルマント情報とに基づいて設定される。よって、従来のように第2フィルタ手段を構成する各フィルタの中心周波数や帯域幅を変化させるべく、サンプル毎に各フィルタのフィルタ計数を計算し変化させる必要はなく、軽い計算負荷で出力音の演奏表現を向上させることができる。

【選択図】 図7

特願 2003-080246

出願人履歴情報

識別番号

[000116068]

- |          |                       |
|----------|-----------------------|
| 1. 変更年月日 | 1990年 8月 7日           |
| [変更理由]   | 新規登録                  |
| 住 所      | 大阪府大阪市住之江区新北島3丁目7番13号 |
| 氏 名      | ローランド株式会社             |
|          |                       |
| 2. 変更年月日 | 1993年 5月21日           |
| [変更理由]   | 住所変更                  |
| 住 所      | 大阪府大阪市北区堂島浜1丁目4番16号   |
| 氏 名      | ローランド株式会社             |